

**No title available.**

Patent Number: JP11087823  
Publication date: 1999-03-30  
Inventor(s): MIMURA HIDENORI; NODA YUKIO; NAKAI TETSUYA; TANI TOSHIO  
Applicant(s): KOKUSAI DENSHIN DENWA CO LTD  
Requested Patent: ☐ JP11087823  
Application Number: JP19970242424 19970908  
Priority Number(s):  
IPC Classification: H01S3/10 ; H04B10/17 ; H04B10/16  
EC Classification:  
Equivalents:

---

**Abstract**

---

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To improve excitation efficiency.

**SOLUTION:** To one end of a light amplification fiber 10 to which a rare earth element is added, a wavelength division multiplex(WDM) photocoupler 14 for multiplexing excitation light (wavelength  $\lambda_p$ ) from an excitation light source 12 to signal light to be light amplified, and for supplying it to the light amplification fiber 10, is connected. To the other end of the light amplification fiber 10, an optical fiber grating 16 for selectively reflecting the wavelength  $\lambda_p$  of the excitation light for 100% or almost 100%, and for transmitting the signal light almost without loss, is connected. At the input part of the signal light to be light amplified, an optical isolator 18 for interrupting light propagated in the opposite direction of the signal light is arranged.

---

Data supplied from the esp@cenet database - 12

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-87823

(43) 公開日 平成11年(1999) 3月30日

(51) Int.Cl.<sup>8</sup>

識別記号

F I

H 0 1 S 3/10

H 0 1 S 3/10

Z

H 0 4 B 10/17

H 0 4 B 9/00

J

10/16

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 4 頁)

(21) 出願番号

特願平9-242424

(22) 出願日

平成9年(1997) 9月8日

(71) 出願人 000001214

ケイディディ株式会社

東京都新宿区西新宿2丁目3番2号

(72) 発明者 三村 榮紀

東京都新宿区西新宿2丁目3番2号国際電  
信電話株式会社内

(72) 発明者 野田 行雄

東京都新宿区西新宿2丁目3番2号国際電  
信電話株式会社内

(72) 発明者 中井 哲哉

東京都新宿区西新宿2丁目3番2号国際電  
信電話株式会社内

(74) 代理人 弁理士 田中 常雄

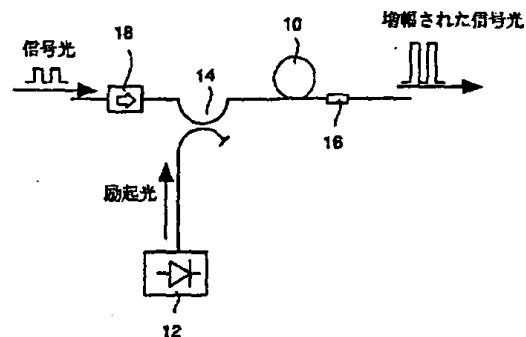
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光増幅器

(57) 【要約】

【課題】 励起効率を改善する。

【解決手段】 希土類元素を添加した光増幅ファイバ10の一端には、励起光源12からの励起光(波長 $\lambda_p$ )を、光増幅すべき信号光に多重して光増幅ファイバ10に供給する波長分割多重(WDM)光カップラ14が接続する。光増幅ファイバ10の他端には、励起光の波長 $\lambda_p$ を選択的に100%又はほぼ100%反射するが、信号光をほぼ無損失で透過する光ファイバ・グレーティング16が接続する。光増幅すべき信号光の入力部には、信号光とは逆方向に伝搬する光を遮断する光アイソレータ18を配置してある。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 光増幅媒体と、

励起光を発生する励起光源と、

当該励起光源の発生する励起光を当該光増幅媒体に供給する励起光供給手段と、

当該光増幅媒体の一侧に配置され、当該光増幅媒体からの当該励起光を選択的に反射するが、光増幅の対象光を透過する第1の反射部材とからなることを特徴とする光増幅器。

【請求項2】 更に、当該光増幅媒体の他側に配置され、当該光増幅媒体からの当該励起光を選択的に反射するが、光増幅の対象光を透過する第2の反射部材を具備する請求項1に記載の光増幅器。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、光信号を光のまま増幅する光増幅器に関する。

【0002】

【従来の技術】 このような光増幅器として、エルビウムに代表される希土類を添加した光増幅ファイバに1.48 $\mu\text{m}$ 又は0.98 $\mu\text{m}$ の励起レーザ光を波長分割多重(WDM)光カップラにより入射する構成が広く知られている。

【0003】 WDM光カップラは、光増幅しようとする信号光の入射側に配置される構成、増幅後の信号光の出射側に配置される構成、及び入射側と出射側の両方に配置される構成が知られている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】 従来例では、光増幅ファイバに入射された励起光のうち、光増幅ファイバで吸収されなかった光はそのまま破棄されており、励起光率が悪かった。

【0005】 また、信号光の入射側及び出射側の一方からのみ励起光を光増幅ファイバに入射する単方向励起構成では、光増幅ファイバ内で励起光が吸収されていくことにより、光増幅利得が光増幅ファイバの軸方向で漸減し、利得効率が悪いという問題点がある。光増幅ファイバの両側から励起光を入射する双方向励起構成では、このような問題点は緩和されるが、複数の例光源を用意しなければならないし、一方の励起光源が何らかの原因で故障した場合には、単方向励起構成の利得効率の悪さという問題点が浮上する。

【0006】 本発明は、より高い励起光率を得られる光増幅器を提示することを目的とする。

【0007】 本発明はまた、単一の励起光源でも双方向励起と同様の利得効率を達成できる光増幅器を提示することを提示することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】 本発明では、光増幅媒体の一侧に、当該光増幅媒体からの励起光を選択的に反射

するが、光増幅の対象光を透過する第1の反射部材を設ける。これにより、いまだ充分な強度を具備する励起光が光増幅媒体に戻されることになり、励起光を有効に活用できる。即ち、励起光率が良くなる。光増幅媒体内で励起光のパワー分布が軸方向で均一化するので、利得効率も良くなる。

【0009】 更に、当該光増幅媒体の他側にも同様の反射部材、即ち、第2の反射部材を設けることで、励起光を光増幅媒体に実質的に閉じ込めることになり、更に、励起光率及び利得効率が改善される。

【0010】

【発明の実施の形態】 以下、図面を参照して、本発明の実施の形態を詳細に説明する。

【0011】 図1は、本発明の一実施例の概略構成ブロック図を示す。

【0012】 10は、希土類元素を添加した光増幅ファイバであり、その一端には、励起光源12からの励起光(波長 $\lambda_p$ )を、光増幅すべき信号光に多重して光増幅ファイバ10に供給する波長分割多重(WDM)光カップラ14が接続し、光増幅ファイバ10の他端には、励起光の波長ラムダ $p$ を選択的に100%又はほぼ100%反射するが、信号光をほぼ無損失で透過する光ファイバ・グレーティング16が接続する。

【0013】 また、光増幅すべき信号光の入力部には、信号光とは逆方向に伝搬する光を遮断する光アイソレータ18を配置してある。

【0014】 本実施例の動作を説明する。光増幅すべき信号光は光アイソレータ18を通過し、光カップラ14に入射する。光カップラ14には、励起光源12から波長 $\lambda_p$ の励起光も印加されている。励起光の波長 $\lambda_p$ は、例えば、1.48 $\mu\text{m}$ 帯及び0.98 $\mu\text{m}$ 帯である。光カップラ14は、信号光に励起光源12からの励起光を多重して光増幅ファイバ10に供給する。

【0015】 光増幅ファイバ10は、励起光により励起されて信号光を光増幅する。光増幅ファイバ10を伝搬する過程で、励起光は、図3に符号Aで示すように減衰していく。図2は、本実施例における励起光パワーの軸方向の変化を示す。縦軸は、規格化した励起光パワー、横軸は、光増幅ファイバ10の規格化したファイバ距離を示す。本実施例では、光ファイバ10の長さを、励起光が3dB減衰する長さであるとしている。

【0016】 励起光は光増幅ファイバ10を信号光と同方向に伝搬し終えた段階、具体的には、光ファイバ・グレーティング16の位置で3dB減衰しているが、光ファイバ・グレーティング16により反射された、今度は、信号光とは逆方向に伝搬する。このときも、励起光は光増幅ファイバの希土類元素を励起する。即ち、あたかも、光増幅ファイバ10の出力側からも励起光を入射したのと同じ状態になる。この、信号光とは逆方向に進行する励起光によっても、信号光が増幅される。

【0017】信号光と逆方向に進行する励起光は、図2の符号Bに示すように減衰し、光増幅ファイバ10の信号光入力端では、当初の25%のパワーになっている。この励起光は、光カップラ14に逆方向に入射し、一部は、励起光源12に向かい、残りは信号光の入力部に伝搬する。しかし、信号光の入力部に向かって伝搬する励起光成分は、光アイソレータ18によりブロックされる。従って、励起光を光ファイバ・グレーティング16により反射させ、信号光とは逆方向に伝搬させたとしても、前段の光処理系に障害を与えることは無い。

【0018】結局、信号光と同方向に伝搬する励起光と、光ファイバ・グレーティング16により反射されて信号光とは逆方向に伝搬する励起光の和が光増幅ファイバの利得に寄与することになり、光増幅ファイバ10の軸方向では、図2の符号Cに示す特性になる。図2の符号Aで示す特性は、従来の単方向励起の場合に相当する。図2の符号Aで示す特性と符号Cで示す特性を比較すれば明瞭のように、本実施例の方が、光増幅ファイバ10の軸方向での励起光パワーの変化が小さく、従って、軸方向で利得の均一化を図ることができている。

【0019】本実施例では、従来は捨てられていた励起光を、光ファイバ・グレーティング16で反射して再利用するので、高い励起光率を達成できる。これは、同じ利得で良ければ、励起光源12の出力光強度を下げることでできることを意味する。

【0020】上記実施例では、光増幅ファイバ10の出力側にのみ、励起光を反射する光ファイバ・グレーティング16を配置したが、図3に示すように、光アイソレータ18と光カップラ14の間に励起光の波長 $\lambda_p$ を選択的に100%又はほぼ100%反射する光ファイバ・グレーティング20を配置しても良い。即ち、光増幅ファイバ10の入力側と出力側の両方に、励起光を反射す

る光ファイバ・グレーティング16、20を配置することになる。この場合、光カップラ14により光増幅ファイバ10に導入された励起光は、光ファイバ・グレーティング16、20の間をラウンドトリップすることになり、励起光を無駄無く活用できる。光ファイバ・グレーティング20が励起光の波長 $\lambda_p$ を選択する反射素子とすることで、信号光は、光ファイバ・グレーティング20をほぼ無損失で透過できる。

【0021】本実施例は、例えば、1.3 $\mu\text{m}$ 帯又は1.5 $\mu\text{m}$ 帯の光通信システムに使用できる。1.5 $\mu\text{m}$ の信号光を増幅する場合、光増幅ファイバ10にはErが添加され、励起光源12の波長は、1.48 $\mu\text{m}$ 帯又は0.98 $\mu\text{m}$ 帯である。1.3 $\mu\text{m}$ の信号光を増幅する場合、光増幅ファイバ10にはPrが添加され、励起光源12の波長は、1.02 $\mu\text{m}$ 帯である。

【0022】

【発明の効果】以上の説明から容易に理解できるように、本発明によれば、非常に簡単な構成で、高い励起光率と利得効率を実現できる。従って、安価で信頼性の高い光増幅器を提供でき、光ファイバ通信システムの信頼性の向上に寄与できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の一実施例の概略構成ブロック図である。

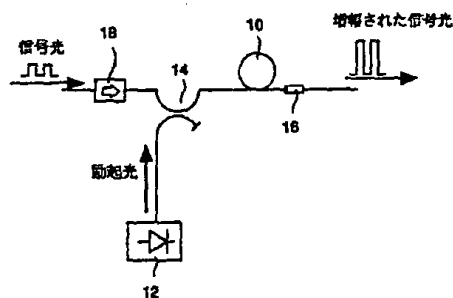
【図2】 本実施例の特性図である。

【図3】 本実施例の変更例である。

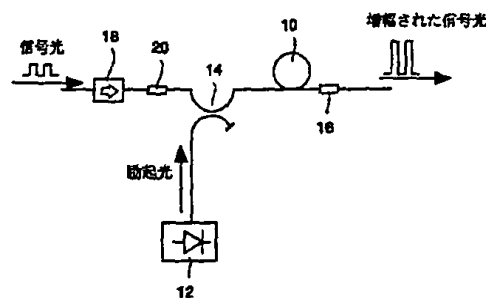
【符号の説明】

- 10：光増幅ファイバ
- 12：励起光源
- 14：WDM光カップラ
- 16：光ファイバ・グレーティング
- 18：光アイソレータ
- 20：光ファイバ・グレーティング

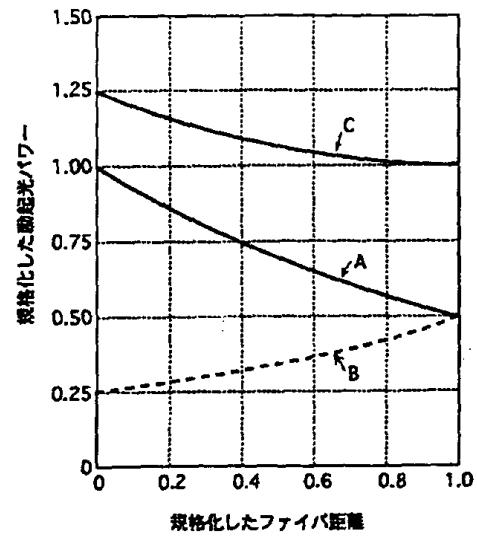
【図1】



【図3】



【図2】



フロントページの続き

(72)発明者 谷 俊男  
東京都新宿区西新宿2丁目3番2号国際電  
信電話株式会社内

